

2-2 事業別研究開発

2-2-1 地域資源の高度利用研究事業

1 県産スギ材を活用したツーバイフォー工法部材の乾燥技術の確立

地域資源部：日高富男，山角達也，福留重人，
中原 亨，新山孝子，南 晃

本研究は、大径材から製材したツーバイフォー工法部材（208，210材）の幅反り等の変形を抑制する乾燥技術を確立し、県産材の利用拡大と関連業界の活性化を図ることを目的とする。

本年度は、小試験片での結果を基に乾燥条件を絞り込み、材厚（45，48mm）別及び載荷（500kg/m²）の有無による条件下で、実大サイズの人工乾燥試験を行った。変形度合い及びJAS基準値適合結果は、次のとおりである。

- ① 45mm厚の板材に比べ48mm厚の方が総じて変形は小さく、特級及び1級に適合する割合が高かった。
- ② 45mm厚で載荷無しの場合、特級及び1級に適合する割合が54.2%と他の条件が80%以上あったのに対し顕著に低かった。また適合外の出現割合も最も大きかった。
- ③ 載荷することによって変形を抑えられることがわかった。45mm厚では、特級及び1級に適合する割合が54.2%から81%に増加し、48mm厚の場合、87.5%から100%に増加した。
- ④ 等級が低かった板材は、主に曲がりと反りで等級を落とした。その中で大半が反りで等級を落とした。

2 高温セット法によるスギ心持ち平角材の乾燥技術に関する研究

地域資源部：中原 亨，山角達也，南 晃

木材乾燥の割れ防止技術として、高温低湿処理（高温セット：以下セット）が広く利用されている。しかし、この処理を行ってもその後の本乾燥において、乾燥割れが生じるケースがある。これにはセットのかかり具合（セット量）が影響していると考えられる。本研究では、セット量と乾燥時に発生する割れの関係を明らかにすることにより、割れの発生を抑制し、乾燥工程の最適化による生産効率の向上を目指す。

本年度はセット量の把握を目的とし、スギ平角材のセット前後の材内含水率分布測定、セット中の表面ひずみの測定およびセット後の収縮率の測定を行い、次の結果が得られた。

- ① セット中の表面ひずみは、ゲージの貼付け位置により数値に大きな差が生じるため、ひずみの値でセットの状況を把握するためには、ゲージ貼付枚数を増やしたり、詳細な貼付位置の検討が必要になることから、現場での導入には適さないことが確認された。
- ② セット前に表層部の含水率が100%を超え、

セット後も高い含水率を維持しているものが確認された。この試験体の収縮率は、セットを行わなかった比較試験体の収縮率と同様の傾向を示し、セットの効果が得られていないと推察された。処理前に材面が乾燥してしまうとうまくセットの効果が得られずに表面割れの発生につながってしまうため、なるべく高い含水率のままセットを行うことが多いが、含水率が高すぎることもセットがかからなくなる要因となり得るため注意すべきであることが明らかになった。

3 シラスJIS砂及び火山ガラス微粉末の実用化研究

シラス研究開発室：袖山研一，吉村幸雄，
樋口貴久

シラスの乾式比重選別によりシラスJIS砂と火山ガラス質が得られる。なかでも火山ガラス質は、粉碎しコンクリート用火山ガラス微粉末VGPとして混和材に利用できる。シラスJIS砂およびVGPのJIS適合最適製造技術の確立および実証実験を行い、実用的な火山ガラス質（軽石質含む）の新規用途開発としてVGPを用いた混合セメントの開発を目指す。

本年度は、以下の結果を得た。

- ① シラスJIS砂を用いたコンクリート強度試験
水セメント比50%、普通ポルトランドセメント使用、スランプ18cm、粗骨材最大20mmの条件で作成したコンクリート供試体の細骨材として海砂とシラスJIS砂との比較のため、6ヶ月標準養生後の強度試験を行った。その結果、シラスJIS砂は、海砂に比べて102~107%の強度を発現し、海砂と同等以上の性能であることがわかった。
- ② 火山ガラス微粉末VGPを用いた混合セメントのモルタル性能試験
VGPを普通ポルトランドセメントの内割りりで15%と30%を配合した混合セメントを用いたフレッシュモルタルのレオロジー特性と空気連行性について検討した。その結果、VGPの内割使用が空気連行性に与える影響は比較的 low、空気量は一般的なAE剤使用量の範囲で調整可能であることが確認できた。

4 ミネラルコーティング膜の実用化研究

シラス研究開発室：吉村幸雄，袖山研一

火山噴出物をターゲットに用いたスパッタ法によるコーティング技術を見いだしている。ターゲットが天然物のため、コーティング膜の再現性や生産性など製造上の課題、コーティング膜の特徴解明が期待されている。昨年度までに製造技術の再現性やコーティング膜の高温試験など環境性

試験を評価してきた。本年度は、生産性向上に向けた取り組みを行い、以下のことを明らかにした。

① 生産性向上の取り組み

既存装置のターゲットサイズはφ3インチのため、コーティングできる面積が約50×50mmと小さい。生産性を向上させるためにはターゲットの大型化が有効である。そこで、φ6インチに加工でき、プラズマによる異常放電を抑えるために緻密体で、成分や結晶性が従来と同等である石材を選定した。

② 生産技術の実用化の検討

ターゲットの汎用性を確認するために他機種のスパッタ装置でのコーティング性能を確認した。ターゲットサイズは、φ2インチと当センターよりも小さいが、RF出力、ガス圧力を制御することで、プラズマを発生させることができた。また、T/S間を適切に合わせることで、SUS基材にコーティング膜を作製できた。

2-2-2 新素材・新材料開発研究事業

令和3年度は該当なし

2-2-3 生産・加工システム開発研究事業

1 鍛造金型の予圧状態可視化技術の確立

生産技術部：牟禮雄二

自動車等の構成部品として広く使用される鍛造部品（H29：6,345億円市場）をプレスで成形するための鍛造金型は、補強リングと鍛造ダイスの2つの部位から構成され、円筒状の補強リングの中に円柱状の鍛造ダイスを強制的に圧入して、無負荷のときでも鍛造ダイスに常に内向きの力（これを予圧と言う）を作用させて、鍛造時に鍛造ダイスへ作用する外向きの力と相殺させてそのダメージを軽減することができる。ところが実際の鍛造金型では、平均使用寿命の1/10～1/5になる場合がある。使用寿命の低下は予圧不足が原因であるが、予圧状態を把握する術がないため、圧入した鍛造金型が良品か否かは、出荷後、顧客が実際に使用してみなければわからない。

そこで本研究では、鍛造金型の予圧状態を評価する目的で、一般的な解析（原因から結果を推定）とは逆に、結果から原因を推定する特殊な解析手法（逆解析と言う）により、鍛造金型の予圧状態を可視化（見える化）する技術を確立する。

本年度は、以下について実施した。

① 圧入の解析モデルの構築と数値解析

・圧入の解析モデルとして2つを想定した。

<モデル1> 鍛造ダイス外径を補強リングの内径より圧入代だけ大きいモデルとし、鍛造ダイスを補強リングに強制的に圧入するモデルとした。

<モデル2> 鍛造ダイス外径と補強リングの内径を同値とし、境界条件として補強リングの内径全面を圧入率分だけ中心軸側に強制的に変位させることで圧入を模擬するモデルと

した。

・圧入解析を完了し、実際の圧入荷重との比較を行った結果、ほぼ同様な傾向を示すことがわかった。

② 逆解析アルゴリズムの検討

・昨年までに構築した逆解析アルゴリズムをシャフト用鍛造金型に適用し、大型の金型でも逆解析アルゴリズムが適用できることを確認して、鍛造金型の予圧状態可視化技術を確立することができた。

2 深層学習を用いた画像判定システムの開発

生産技術部：上菌 剛，谷山清吾

本研究は、深層学習を用いて鑄造製品の画像による良否判別を実現することを目的としている。深層学習により、良否判別の判断基準を定量化できずに目視検査に頼っていた分野において、自動化を実現できる。昨年度までの研究において、鑄造製品の部分的な画像を用いた良否判別で、ほぼ100%正しく判別できる技術であることを確認した。本研究では、製品1個ごとに良否判別することを目指している。

製品単体の良否判定を実施するためには、見えているすべての所を撮像する必要がある。これを実現するための撮像環境を構築した。対象サンプルは、中央部に穴の空いた八角形のナットで、内面は切削により雌ネジとなっている。撮像対象は上面、側面、内面、底面の4面で、コストパフォーマンス等を勘案して、ミラーを駆使して上部からの1カメラ撮像とした。①上面はカメラ直視で撮像する（照明方法を変えて2種類）。②側面は、ハーフミラーを用いて反射像を撮像する（8面体なので1種8枚）。③内面は円錐ミラーにより反射像を撮像する（円錐ミラーを移動させるため1種4枚）。④底面はロボット等により製品を撮像ステージに搬送する際に、底面をカメラに向けることで撮像する（1種1枚）。複数回に分けて撮像するため、LED照明の点灯場所、タイミング等を制御できるようにした。ミラー等の固定のための治具は3Dプリンタを用いて作製した。システムを構築する電子機器類は、カメラ、LED照明、Z軸ステージで、これらをコントロールする制御プログラムを作成した。撮像のスピードは約4秒/14枚である。

企業よりサンプル1,200個（良品1,000個、不良品200個）を提供してもらい、撮像システムで不良画像（NG画像）と良品画像（OK画像）を撮像した。（例：②側面はOK画像4,000枚、NG画像200枚）

撮像した画像を用いて機械学習（AI）の検討を行った。学習手法は、異常を検知する分野で実績がある距離学習を採用した。AIモデルには既存のMobileNetV2をベースに、距離学習を実現するL2 Softmax Lossと呼ばれる損失関数を付加したものをを用いた。AIモデルにはあらかじめ無関係の大量データで学習させた情報を流し込み、その上で今

回取得した画像を追加で学習させた。

未学習のNG画像がNGと判断されるかを確認した結果は、次のとおりで良好な結果を確認した。

- ① 上面画像1：誤判定0%（0/100枚）
- ② 側面画像：誤判定4%（4/100枚）
- ③ 内面画像：誤判定1%（1/100枚）

誤判定がすべて0%ではないことと、未学習のOK画像をNGと判断した例もあり、完璧とはいえない状況であるが、生産の運用上許容できる範囲であるという意見は企業から頂いている。

3 レーザ表面改質によるステンレスメッシュのぬれ性制御技術の確立

生産技術部：瀬知啓久

電子部品製造では、スクリーンマスクを用いた印刷による電気配線形成が多用されている。スクリーンマスクは、ステンレス極細線を編んだメッシュ上にコーティングされた乳剤により微細なパターンを形成したものである。スクリーンマスクには、メッシュに用いられる素材（極細線）の表面状態の違いで、乳剤のぬれ性や耐久性が変化する問題がある。現状では、プレス加工によるメッシュ表面の硬化や細線の張力などを調整して製造しているものの、メッシュとマスク用の乳剤とのぬれ性を改善するため、より安定した表面改質が求められている。

そこで、本研究ではメッシュの表面改質にレーザーを適用することにより、微細な凹凸のある金属表面とぬれ性の相関を明らかにするとともに、ぬれ性を制御する技術を確立する。

本年度は、レーザー照射と表面改質の相関解明を行うため、強度、照射角度、走査速度／照射領域の変更実験ならびにレーザー反射鏡の設置条件の最適化を行った。

- ① レーザ光の強度、走査速度／照射領域の変更実験
 - ・メッシュ上面からの傾斜角30°での照射において、十数W程度の出力で純水との接触角を40度程度まで低減でき、表面改質可能なことが明らかとなった。
- ② エネルギー密度と接触角の相関
 - ・照射条件による接触角の制御が可能であることを明らかにした。
 - ・レーザー照射時の出力の違いにより、同じエネルギー密度であっても表面改質挙動に差異を生じた。
 - ・初期状態である程度強い照射を行うことで、より低出力での表面改質を実現できた。
- ③ レーザ反射鏡の設置条件の最適化
 - ・入射光と反射光が同一領域を照射するように反射鏡を設置することで、裏面の接触角を約30°低減でき、メッシュ裏面の効率的な表面改質を実現した。

2-2-4 バイオ・食品開発研究事業

1 麦麴の醸造技術を活かした機能性発酵食品の開発

食品・化学部：加藤由貴子，下野かおり，
安藤義則

麦麴を多用し短期醸造である鹿児島みそには、大麦や麴菌由来の健康機能が期待できる。その塩分を通常の半分以下である4%まで減塩した「減塩鹿児島みそ」の製法をもとに、新たな機能性発酵食品の開発に取り組む。低塩であることで、みそ汁用途だけでなくそのまま食べる形態など、摂取量を増やすことも想定できる。本年度は、機能性成分として大麦由来のフェルラ酸(FA)、フェルラ酸エチルエステル(FAEE)、麴菌由来の酸性プロテアーゼに着目し、強化法を検討した。加工面ではチューブタイプなどを想定し、みその軟化について試験した。

① 機能性強化法の検討（製麴条件検討）

種麴の種類や製麴条件による機能性成分への影響を検討した。3種類の黄麴菌と焼酎用白麴菌の4種類の種麴を用いた麦麴を製造し、それらで仕込んだ減塩みその機能性成分を分析した。みそ中の遊離FAやFAEE含量には種麴の種類が影響し、白麴のみそではFAEEが生成されることがわかった。酸性プロテアーゼ活性には種麴の温度経過が大きく影響し、同じ種麴を使用しても品温上昇の早かった麴(28時間で40℃達温)は、遅かった麴(38時間で40℃達温)に比べ、出麴における活性が4.9倍高かった。

② 軟化試験（酵素添加試験）

減塩みその軟化を目的として、仕込み時に4種類の食品加工用酵素剤(セルラーゼ、ヘミセルラーゼ、ペクチナーゼ、プロテアーゼ)を添加した。熟成後のみその侵入時荷重を測定したところ、いずれの酵素剤を添加したみそも対照に比べてやわらかくなっていた。またいずれも、対照に比べてみそ中の遊離FA、FAEEの含量が高まることがわかった。

2 新たな香味を有する芋焼酎製造技術の開発

食品・化学部：大谷武人，富吉彩加，
亀澤浩幸，安藤義則

カプロン酸エチルは、リンゴ様の香りで清酒の吟醸香として知られる。この香り成分を高生産する焼酎酵母はすでに育種販売されているが、米焼酎や麦焼酎に比べ芋焼酎では生産量が低くなることが報告されている。本研究では、芋焼酎もろみで生産性が低くなる原因を探り、これまでよりも高濃度にカプロン酸エチルを含む芋焼酎製造技術の開発を目指すとともに、焼酎用のカプロン酸エチル高生産酵母を新たに選抜・育種する。

本年度は市販のカプロン酸エチル高生産性酵母を使用した試験で、麴歩合（芋焼酎原料における米麴の使用割合）を高めたところ、カプロン酸エチル濃度が高くなることがわかった。

また、県内で使用されている主要な酵母に紫外線による変異導入を行い、カブロン酸エチル高生産酵母の候補株を84株取得することができた。このうちの1株が市販のカブロン酸エチル高生産性酵母と同等以上濃度のカブロン酸エチルを生産していることがわかった。

2-2-5 環境・生活・デザイン技術開発研究事業 1 レーザ加工型板による新しい陽刻技法を用いた薩摩焼の研究

企画支援部：山田淳人，中村寿一

彫刻表現を活用した薩摩焼用型板（以下型板）は、これまであまり利用されていなかった製法と技法の簡便さから多数の窯元で採用され、型板を使った商品が新しい商品の軸となるなど好評を得ている。そこで本研究では、現在開発されている型板に、更に複数のレーザー加工技術を施し、新しい型板を開発することを目的としている。

本年度は、これまで開発してきた彫刻技術や昨年度研究を行った水玉模様やドット柄（以下ドット柄）の彫刻技術を活かした型板を用いて窯元で実証試験等を行った。これまでの彫刻技術とドット柄の彫刻技術を併用することで、製品上に表現の幅が広がり、大型展示会等において売り上げ増につながるなど好評であった。

また、型板の製造技術を活かして木製品への展開を行い、国の伝統的工芸品である川辺仏壇の製造技術を活かしてテーブルウェア関連の試作を行った。

2 CNFを利用した繊維加工の実用化研究

食品・化学部：東 みなみ

顔料染色は、有色の粒子をバインダー樹脂を使用して繊維に固着することで着色する方法である。染料染色と異なる光沢や触感などが得られるが、欠点として摩擦堅牢度が弱い点がある。その対策の一つとして、これまでにバインダー処理の際に、CNFを添加することで樹脂が強化され、風合いを損ねることなく処理効果が向上することを確認してきた。しかし、湿潤状態においてCNFの添加効果が得られない課題があった。

そこで、本研究では顔料染色の耐水性向上処理法を確立し、実用化を図ることを目的とする。

本年度は、顔料染色布に対するCNFを添加したバインダー処理の堅牢性について、洗濯試験後の摩擦堅牢度1等級以上向上させることを目的として、顔料の微粒子化及び顔料の固着効果を高める薬剤の選定について検討した。

① 顔料の微粒子化

顔料の粒子径を小さくすることで固着効果が高まると考えられた。そこで、ボールミルで顔料を微粒子化後に篩分けを行った。粒度分布測定では50 μ m以上の粒子の割合が減少し、10 μ m以下の粒子の割合が増加していることが確認できた。得られた顔料でシルクに染色した結果、洗

濯試験後の摩擦堅牢度を0.5等級向上することを確認できた。以後このサンプルを用いることにした。

② 薬剤による検討

CNFは親水性のため、疎水性の薬剤を併用することで耐水性が向上すると考えられた。そこで、疎水性のある3種類の薬剤で処理した結果、耐水性の高い薬剤を選定し、洗濯試験後の摩擦堅牢度を3級から4級に向上する条件を見出した。

3 微好気性環境下におけるバイオガスからの脱硫法の開発

食品・化学部：廣岡侑磨，脇田 薫，
小幡 透，安藤義則

メタン発酵により発生するバイオガスからエネルギーを回収するために、ガス中の硫化水素を除去する必要がある。従来法の乾式脱硫では鉄塩を用いた吸着により脱硫しているが、使用済みの鉄塩の処理に費用がかかるなどの問題がある。

本研究では、バイオガスから硫化水素を安価に除去するために、焼酎粕のメタン発酵液中に微量の酸素を供給することにより脱硫する方法を開発する。

本年度は、10Lのタンクで芋焼酎かすを基質とした高温メタン発酵を行い、発酵槽内へ空気導入を行うことによるメタン発酵への影響と最適な脱硫条件を検討した。

① メタン発酵への影響調査

発酵液中へ微量の空気を送り込むことで、ガス中硫化水素濃度を処理前と比べて約80%低減させることができた。また、メタン発酵を阻害することなく空気を導入する方法を見出した。

② 空気導入量の検討

導入する空気量を変化させ、汚泥液面下への空気導入を行った。試験期間中の汚泥中有機酸濃度やガス中硫化水素濃度の挙動を調査し、脱硫に適した空気量を見出した。

③ 空気導入位置の検討

脱硫反応は発酵液中に溶解した硫化水素と酸素との反応であると考えられる一方で、空気はメタン発酵へ悪影響を及ぼすことが知られている。そのため、発酵槽内での最適な空気導入位置について検討した。結果として、発酵槽内ヘッドスペースへ空気を導入した場合でも、液中への導入と同程度の80%の硫化水素低減効果があることが分かった。

以上の結果から、試験用メタン発酵槽中へ微量の空気を導入することにより、発生バイオガス中の硫化水素濃度を低減できることがわかった。

2-2-6 電子・情報技術開発研究事業

令和3年度は該当なし

2-2-7 九州・山口各県工業系公設試連携促進事業

1 シール性を考慮したヘール加工の研究

生産技術部：岩本竜一，栗毛野裕太

研究主幹：市来浩一

電気・電子・半導体関連の製造工程において、高真空状態を維持する目的で、チャンバー系の製造装置のシール面をエンドミル加工からヘール加工に変更する試みが注目されている。そこで、本研究では、加工実験を実施してヘール加工面の品位の向上を図る。

当センターはヘール加工を実施可能なマシニングセンタを所有していないことから、汎用マシニングセンタを改造して実験を行った。

実験の結果、切削抵抗が非常に大きいため、工具破損を防ぐためには、切込みを数ミクロン程度まで小さくせざるを得ないことがわかった。逆に、小さすぎると正常な切削ができないことから、その最適値が存在することがわかった。

また、被削面にはビビリマークが認められた。このビビリの低減を目的に、新規に製作した制振合金製のヘール加工工具を用いて実験を行った結果、当センターのマシニングセンタによる実験ではビビリを低減できることがわかった。被削面の表面粗さは目標のRa0.8 μ m以下に抑えることができた。一方、県内企業のヘール加工対応の横型マシニングセンタで実験を行った結果、当センターで行った実験よりも良好な仕上げ面が得られたが、一部の加工条件でビビリ振動が認められ、今後の課題として残された。

2 3次元データを有効利用したものづくりに関する研究

生産技術部：栗毛野裕太

近年、CAD/CAM/CAEは、ものづくりに欠かせない技術となっている。しかし、それらの技術を十分に利用するためには、専門的知識とノウハウの蓄積が必須となるが、県内企業単体で実施することは困難である。そこで、本研究では、九州各県の公設試験場と連携し、研究会や共通課題を通してノウハウの蓄積を行うとともに、県内企業への情報提供を行う。

本年度は、各県持ちまわりで定期的開催している研究会をオンラインで計3回開催し、各県の状況や試験研究に関する情報・意見交換を中心に行った。また各機関で実施している技術指導内容について説明し、今後の共通課題について、各県の課題に沿って決定した。

2-2-8 工業基盤技術研究事業

1 技術創出研究

(1) 樹脂型によるプレス成形技術の確立

企画支援部：藤田純一

プレス製品製造業では、多品種少量生産と短納期ニーズが一段と増加しており、工程全体の更な

る効率化が求められている。効率化の手段としては、3Dプリンタで造形した樹脂型を用いてプレス成形を行う方法が効果的であり、本年度は樹脂型を用いたプレス成形について以下の内容を実施した。なお樹脂型は全てABS系の樹脂を用い、円筒絞りのプレス深さは10mm、被プレス材は板厚0.2～1.5mmのアルミ1000系を用いた。

- ① プレス加工時、加工材に割れやしわが発生するのを抑制するため、しわ押さえにかける最適荷重を検討した。その結果、板厚が0.2mmでは加重5.0kN前後、0.5mmでは3.4kN前後、1.0mmと1.5mmでは2.7kN前後が、割れやしわが発生しない最適荷重であることがわかった。
- ② 下型のダイアール(r)を1.0～8.0mmの範囲で変化させ、プレス成形への影響を検討した。その結果、板厚が0.2, 0.5, 1.0, 1.5(mm)、いずれの場合でもr2.0～r8.0mmで成形可能であったが、r1.0mmでは割れが発生した。
- ③ 上型ポンチ先端部分のアール(R)を1.0～8.0mmの範囲で変化させ、プレス成形への影響を検討した。板厚が0.2, 0.5, 1.0, 1.5(mm)、いずれの場合でもR1.0～R8.0mmで成形可能であった。
- ④ 下型と上型ポンチのクリアランスを変化させ、プレス成形への影響を検討した。加工材の1.2倍のクリアランスでは板厚0.2mmでは割れが発生したが、板厚0.5, 1.0, 1.5(mm)では成形可能であった。加工材の1.5倍のクリアランスでは、板厚が0.2, 0.5, 1.0, 1.5(mm)、いずれの場合でも成形可能であった。加工材の2.0倍のクリアランスでは、板厚が0.2, 0.5, 1.0, 1.5(mm)、いずれの場合でも成形可能であった。

(2) プレス製品のリバースエンジニアリングによる金型開発の効率化

生産技術部：瀬戸口正和，牟禮雄二

現物はあるが図面のない「テーパを有する深穴で円すい形状」の薄板プレス加工部品を対象に、加工品からの形状データの取得と図面化を支援する有効な手法として、内部形状を計測できるX線CTと3次元CADを組合せたりバースエンジニアリング技術を適用し、プレス成形シミュレーションを併用することでプレス金型開発を効率化する一連のプロセスの確立を目指す。

本年度は、底板のある円すい形状の薄板プレス加工品について、取得したX線CT3次元再構成画像をプレス成形シミュレーションが行えるように、X線CT3次元再構成画像をデータ容量を圧縮したSTLデータで保存し、ポリゴナルマイスターによりSTLデータをソリッドワークスで3次元CADへ変換する手法等以下の検討を行った。

- ① 今回取得した薄板プレス加工品のX線CT3次元再構成画像の生データ容量約3GBをポリゴンデータとしてSTLデータで保存すると、230MBとなった。

- ② X線CT 3次元再構成画像のSTLデータをポリゴナルマイスターによる非圧縮処理では、STLデータの容量に変化はなく、ソリッドワークスで読込むにはファイル容量が大きすぎた。
- ③ X線CTで断層像の再構成時に寸法精度が維持できるように選択的に板厚境界付近のデータ（濃度変化が大きい部分）を使用し、それ以外（濃度変化の少ない部分）の空気層を圧縮対象として濃度調整処理したX線CT 3次元再構成画像データをポリゴナルマイスターでフェイス数を1%程度まで減らせれば、3次元CAD化が可能なソリッドワークスで処理できるSTLデータの容量となることがわかった。

(3) 現場で使える低価格なAI実装モデルの構築 生産技術部：谷山清吾

AI技術を活用する際、クラウドが利用されることが多い。しかし、クラウドAIではインターネット通信の遅延によってリアルタイム性の確保が困難であるという問題がある。更に、セキュリティの面での不安や、インターネット環境を用意できない場所では利用ができないといった問題もある。これらの問題に対して、エッジのデバイスでAI処理を行うことで解決が可能になる。

そこで本研究では、AI活用の促進を目的に、低価格なエッジAIデバイスの検討および処理が軽量、かつ現場で扱える高精度なAIモデルの開発を行う。

本年度は、以下の内容を実施した。

- ① 圧縮手法再検討
圧縮手法について、量子化手法のパラメーター変更や枝刈り(Pruning)、蒸留(Distillation)を検討した結果、圧縮性能の向上に効果のあることが分かった。
- ② システム構成の検討
AIモデルを組み込むエッジデバイスとして、Raspberry Pi3B+及びRaspberry Pi4を検討した結果、どちらのエッジデバイスにおいてもAI処理が可能であることを確認し、デバイスとして性能の高いRaspberry Pi4の方がより高速にAI処理できた。
- ③ 複数種類のAIモデルの圧縮
これまでに圧縮対象としていたAIモデルであるねじ頭の不良検出モデルについては圧縮による処理の軽量化を確認していたが、ねじ頭以外のAIモデルへの圧縮処理を行い精度を落とさずに推論実行時間の短縮効果があることを確認した。また、ねじ頭においては、モデル圧縮前の推論実行時間は12s、精度99.2%であり、圧縮後では推論実行時間4s、精度99.2%であった。

(4) 精密穴検査用アシストツールの開発

生産技術部：栗毛野裕太、谷山清吾

精密穴検査では、検査員がピンゲージを対象の穴に手作業で挿入するため、検査員の感覚によ

って判定結果が異なってしまったり、ピンゲージを挿入する際にワークを傷つけてしまう恐れがある。また、近年では、生産現場のDX化が推進されており、手作業によるアナログ検査を、トレーサビリティ可能な検査に置き換えることが重要な課題となる。

そこで、本研究では、ピンゲージを用いた精密穴検査を補助し、検査時の情報をトレーサビリティ可能にするアシストツールを開発する。

① IoT検査ツールの開発

検査時のピンゲージの傾きと挿入力を出力するセンサを選定した。ESP32(IoTデバイス)に圧力・加速度・角速度センサを組合わせて、データ出力が可能であることを確認した。検査ツールのモデルは、鹿児島精機(株)と共同開発中であり、そのツールに上記のセンサを組合わせることで検査時の傾きと圧力が測定可能となる。

② 支援ソフトウェアの開発

カメラを用いたワーク穴検知用プログラムを作成し、直径3mm、6mm、10mmの穴について検証した。その結果、穴を自動で検知し、ラベル付けすることができた。しかし、直径3mmの穴については認識することができなかつたため、今後の課題として、小穴を認識可能にするためプログラムを調整する。

(5) 落とし込み板壁の性能向上技術の開発

地域資源部：福留重人、中原 亨

落とし込み板壁はスギ無垢材を有効活用できる手法として伝統的木造建築物等で用いられているが、板と軸組材の隙間等の影響により初期剛性が低いため、告示で壁倍率が低く設定されている。また、倍率を上げるためには堅木や金物による補強が必要となり施工の手間及びコストが増えるため、現代の木造建築物に普及していないのが現状である。そこで、板と柱の接合及び構成を改良して耐力壁の強度性能を向上させることで、木造建築物への普及を促進し、スギ材の新たな需要拡大につなげる。

本年度は、スギ板と柱の接合方法を検討するために、以下の内容を実施した。

① 接合の形状と寸法の検討

密着接合は、柱側面に加工した2列の丸溝に、板端部の溝加工により作製した2列の突起部を落とし込む形式とした。接合部の加工においては、柱丸溝曲線部と板突起部の重なる割合(嵌合率)を0、20、40、60(%)の4条件に、板側面の傾斜角を0、0.01、0.02、0.03(rad)の4条件に設定した。

② 密着接合の落込試験

板を柱の丸溝間に落とし込む際の荷重を測定した。荷重変位曲線から、落込抵抗を算出し、嵌合率及び材質との関係を把握した。落込抵抗は嵌合率60%で増加が顕著になり、材質との関係は認められなかった。

③ 密着接合の圧縮試験

板を柱の丸溝間に落とし込んだ状態で、板の長さ方向に負荷して荷重を測定した。荷重変位曲線から、圧縮性能を算出し、嵌合率、材質ならびに落込荷重との関係を把握した。圧縮性能は嵌合率の増加に伴い向上し、密度及び落込荷重との相関が認められた。

④ 側面傾斜のせん断試験

板を幅方向に3枚並べて治具で支持し、中央に配した板の端部から長さ方向に負荷して荷重を測定した。荷重変位曲線から、せん断性能を算出し、傾斜角及び材質との関係を把握した。せん断性能は傾斜角の増加に伴い向上し、密度と曲げヤング係数との相関が認められた。

(6) 火山ガラスを用いた球状粒子の開発

シラス研究開発室：樋口貴久

シラスの主成分である火山ガラス質は化粧品分野で活用されてきたが、近年特に高付加価値品として新たな市場開拓が求められている。火山ガラスは物理的に粉碎して用いられているが、高コスト、粒子形状が角張っている、粒径が揃っていないという課題があった。そこで、化学処理により低コストで粒径の揃った球状粒子の開発を目的として研究を行った。結果は以下のとおり。

① アルカリ加熱処理の結果

100℃以下で火山ガラスをアルカリ処理することで、直径数 μm の球状粒子を作製できた。解析の結果、ゼオライト構造であることがわかった。アルカリで火山ガラス成分が溶け、再析出する際に球状化すると考えられた。

② 粒径の制御

常圧100℃以下と加圧100℃以上の条件でアルカリ処理したところ、加圧100℃以上で10 μm の粒子が生成することがわかった。高温での反応により、火山ガラス成分がより多く溶けるため、再析出した際、常圧よりも粒径が大きくなると考えられた。

2 技術高度化研究

(1) オゾンナノバブル水を用いた食品工場における洗浄・殺菌法の開発

食品・化学部：脇田 薫，小幡 透，
安藤義則

次亜塩素酸ナトリウム（ジアソ）は安価で入手しやすいため、食品工場における洗浄・殺菌に広く用いられているが、においの残存や金属腐食による設備の劣化など課題も多い。ジアソ以外の殺菌法の一つとしてオゾン殺菌があるが、水中のオゾンは分解が速く、長く保存できないという課題がある。一方で、オゾンバブルは寿命が長いことが知られており殺菌効果の持続性が期待できる。本研究では、県内の食品関連産業において、ジアソ殺菌が使えない工程での代替法として、オゾンナノバブル水を用いた洗浄・殺菌法を開発するこ

とを目的とする。

① オゾンナノバブル水の殺菌効果の検討

気泡濃度 4.8×10^9 個/mL、溶存オゾン濃度8 ppmのオゾンナノバブル水の殺菌効果を酵母で検討した。その結果、オゾン濃度約0.45ppm以上、接触時間60秒以上の条件で99.9%以上の殺菌効果が得られることが分かった。

② 有機物の存在やpHが殺菌効果に与える影響

オゾン水は有機物の存在下や強アルカリ条件では殺菌効果が低下することが知られている。オゾンナノバブル水についても検討した結果、オゾン水と同様に有機物存在下やpH9以上の条件で殺菌効果が低下することが分かった。

(2) 山川漬の発酵・熟成機構の解明

食品・化学部：富吉彩加，安藤義則

本県の特産品である山川漬は、他の漬物にはない特殊な製法であり、低塩分仕込、高GABA含有など技術的、成分的特徴もあるが、その発酵・熟成機構は不明である。そこで、山川漬の製造中における微生物および成分の経時変化を精査することで、山川漬独特の製法と成分組成との関連を明らかにする。

① 微生物の精査

仕込み後4ヶ月時点で、一般生菌数は 4.3×10^4 /g、乳酸菌数は 7.1×10^3 /gであった。仕込み後1ヶ月時点では、一般生菌数は 10^6 オーダー、乳酸菌数は 10^5 オーダーであり、熟成が進むに従い生菌数はやや減少するが、一定数存在することがわかった。

② 抗菌作用の確認

山川漬の仕込みは低塩分仕込で行うが、途中で甕を開封しない限り微生物汚染はしない。これは、干しダイコンから放出される揮発性含硫化合物の抗菌作用によるものと推測される。これを検証するため以下の試験を実施した。

仕込み後半年が経過した密閉甕内部の気体をサンプラーバックに捕集し、含硫化合物の定性を行った。その結果、硫化水素、メチルメルカプタン、DMS、DMDSおよびDMTSが検出された。

次に、乳酸菌、産膜酵母（一部山川漬から採取したもの）を用い、硫化水素、DMDS、DMTS、AICを染みこませた濾紙をシャーレ内に置くことによって、各化合物の抗菌活性を評価した。その結果、酵母に対してはいずれの化合物も抗菌性を示したが、乳酸菌に対してはAICのみが抗菌性を示した。

これらの結果から、干しダイコンから放出される揮発性含硫化合物により、産膜酵母などの繁殖を抑え、低塩仕込みであっても微生物汚染しにくい熟成機構であることが示唆された。

(3) 転造タツプにおけるバリ抑制技術の確立

生産技術部：松田豪彦，桑原田聡
企画支援部：高見勇大

自動車や電化製品等で用いられる部品成形には、組み付けに必要な雌ネジを形成するタッピングという加工が用いられる。転造加工によるタッピングは、生産性が高く、加工部の強度等に優れる一方、加工後に発生するバリの除去に新たな工程を追加したり、全数検査でバリの有無を確認するなどの問題も抱えている。

そこで本研究では、タッピング加工の生産性を損なうことなくバリの発生を抑制することを目的に、転造前における円筒形状や金型形状を検討し、同加工法の最適化に取り組んだ。本年度は以下のことを行った。

① シミュレーションによる円筒先端形状の検討

転造によるネジ山成形を行う前に、バーリング加工によって円筒形状を成形する必要があるが、円筒の先端部の形状がバリの発生に影響することがこれまでの研究で明らかになった。計算機シミュレーションを行ったところ、バー

リング加工で成形したまま転造を行うとバリが発生するが、円筒形状の先端部に意図的に傾斜をつけて転造すると、バリが発生しにくい形状となることがわかった。傾斜角について、 15° と 30° で比較を行ったところ、 30° の方がバリが発生しにくい形状となる結果を得た。

② 成形実験による検証

シミュレーションの結果をもとに、バーリング加工を行う実験用金型の設計及び製作を行った。金型をプレス機に設置し、被加工材に1.2mm厚の黄銅板材を使用して、バーリング加工を行った。バーリング加工実験によって、板材に円筒形状を成形でき、想定どおりの形状となっていることを確認した。更に、転造工具を組付けたマシニングセンターを用いて、円筒形状部に転造加工を行いネジ山の成形を行った。傾斜角の有無によってバリ発生に差があることを確認できた。